

IAP20 Rec'd PCT/PTO 11 JAN 2006

## 明 細 書

強化部材、強化部材の製造方法およびエンジンブロック  
技術分野

[0001] 本発明は、自動車部品や航空機部品等に用いられる軽金属を強化するための強化部材に関する。

## 背景技術

[0002] 自動車用部品や航空機用部品等をはじめとした多くの分野で、軽量化を目的にアルミニウム合金(以下、アルミ合金という)が使用されている。アルミ合金は軽量であるという優位性があるが、高温に曝された際における熱膨張が大きいという問題がある。

[0003] たとえば、軽量化を目的に、自動車用エンジンのエンジンブロックをアルミ合金で構成する技術が知られている。エンジンブロックには、クランクシャフトを支持するための軸受けであるジャーナル部(ジャーナル軸受け部)が存在する。

[0004] 上述のように軽量化を目的にエンジンブロックをアルミ合金で構成した場合、ジャーナル部もアルミ合金で構成されることが望ましい。これは、エンジンブロックを構成する部材間で熱膨張率に差があると、エンジンの温度が上昇した際にエンジンブロック内で不要な応力が発生し、エンジンの性能を制限する要因となるからである。

[0005] 一方、エンジンの回転時において、シリンダ内で発生した熱はエンジンブロック全体に伝導し、ジャーナル部の温度は100〜150℃に達する。ジャーナル部をアルミ合金で構成した場合、この温度上昇により、ジャーナル部を構成するアルミ合金が膨張し、軸受けの径が少し大きくなる。

[0006] 他方、クランク軸は剛性を確保する観点から鉄系の材料で構成されており、当然アルミ合金より熱膨張率は小さく、ジャーナル部が上述した温度に達しても、その膨張は小さい。このため、エンジンの温度が上昇すると、ジャーナル部とクランク軸との間に隙間が生じ、高回転時における騒音や振動の増加の原因となる。

[0007] アルミ合金の熱膨張を抑える技術として、特許文献1〜3に記載された技術が知られている。特許文献1に記載されているのは、アルミ合金で構成される部材において

、熱膨張を抑制したい部分に、熱膨張の小さい鉄系の材料を鋳包みする技術である。特許文献2に記載されているのは、鉄系材料をアルミ合金で鋳包みする技術において、鉄系材料にメッキ処理および焼鈍し処理を施した後に、その鉄系材料をアルミ合金で鋳包みする技術である。特許文献3には、強化材料とマトリックスとからなる金属基複合材料を得、さらに加熱処理を施して表面のマトリックスを熔融させ、それを1 wt%以上のMgを含有した軽合金の溶湯中で鋳包みする技術が記載されている。

[0008] 特許文献1:特開昭60-219436号公報

特許文献2:特開昭58-112648号公報

特許文献3:特開平5-337631号公報

[0009] しかしながら、特許文献1-3に記載された技術には、以下述べるような改善すべき点がある。まず、特許文献1に記載されている技術では、熱膨張は抑えられるが、アルミ合金材料と強化部材である鉄系材料との密着性が悪く、鉄系材料がアルミ合金材料から剥離する。このため、複合材料としては、強度が低く、さらにこの剥離により熱膨張抑制効果が低下するという問題がある。したがって、ジャーナル部の構造に適用した場合、騒音や振動が発生し易く好ましくない。また、鉄系材料を用いるので、重くなり、軽量化するという目的から見て好ましくない。

[0010] 特許文献2に記載されている技術は、アルミ合金材料と強化部材である鉄系材料との密着性を向上させる技術であるが、メッキ工程および焼鈍し工程がさらに必要であり、高コストとなる。特許文献3に記載されている技術は、金属基複合材料を別に製作しなくてはならず、またその熱処理工程が必要であり、高コストとなる。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0011] したがって、本発明は、熱膨張が小さく、高強度であり、軽量である複合化された鋳造製品を低コストで得られる技術の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明は、鋳造金属によって鋳包まれる強化部材であって、前記鋳造金属と異種の材料で構成され、中空部分を備えることを特徴とする強化部材である。本発明によれば、強化部材に中空部が形成されるので、強化部材の重量を軽減することができ

る。また、中空部は熱膨張しないので、強化部材自体の熱膨張を抑えることができ、それにより鑄造金属によって鑄包まれた状態における鑄造製品自体の熱膨張を抑えることができる。

- [0013] 本発明において、開口部を有する板状の部材を積層し、前記開口部で構成された中空部を備えた積層構造体と、前記積層構造体の両面に重ねられた前記開口部を塞ぐための部材とを備えることは好ましい。この態様によれば、任意の形状を板状の部材を打ち抜き加工することで形成できるので、複雑な形状であっても低コストで製造することができる。
- [0014] 本発明の強化部材において、一部または全面が多孔体で覆われていることは好ましい。この態様によれば、多孔体により鑄造金属(マトリックス)との密着性が向上し、強化部材が鑄造金属(マトリックス)から剥離する現象が抑えられる。
- [0015] 多孔体としては、繊維状金属の不織布あるいは織布、金属粒子を含む多孔質材料、金属繊維と金属粒子の混合物である多孔質材料、発泡金属材料等が利用できる。多孔体は、強化部材を構成する材料と融点が同じ程度であることが好ましい。
- [0016] 本発明の強化部材は、エンジンプロックのジャーナル部に適用するのに好適である。エンジンプロックのジャーナル部は、クランク軸を支える軸受部であり、高い強度が必要とされ、また高温になるので、低熱膨張性であることが求められる。本発明の強化部材は、アルミ合金を用いた場合でもその軽量性を損なわずに高い強度と低熱膨張性を実現できるので、このような用途には好適である。
- [0017] 本発明の強化部材の製造方法は、鑄造金属によって鑄包まれる強化部材の製造方法であって、開口部を有する板状の部材を積層する工程と、その上層および下層に接して前記開口部を塞ぐための板状の部材を重ねる工程とを備えることを特徴とする。

### 発明の効果

- [0018] 本発明によれば、鑄造製品に鑄包まれる強化部材に中空部を設けることで、軽量化と低熱膨張性を両立させることができる。また、強化部材と鑄造金属とが剥離し難い構造を得られるので、鑄造された製品の強度を高くできる。さらに、製造において、特殊な処理を必要とせず、また主要な部材を打ち抜き加工で形成できるので、製造

コストを低く抑えることができる。

### 図面の簡単な説明

- [0019] 図1は本発明の強化部材の概要を示す斜視図である。  
[図2]本発明の強化部材の分解状態を示す分解斜視図である。  
[図3]本発明の強化部材を利用した鋳造試験体の概要を示す斜視図である。  
[図4]図3の試験体を用いた評価サンプルの上面図である。  
[図5]本発明の強化部材を用いたエンジンブロックの一部を示す斜視図である。  
[図6]強化部材を構成する鉄板の寸法を示す上面図である。

### 符号の説明

- [0020] 101…強化部材、102…積層構造体、103…多孔体、104…鉄板、105…鉄板、106…開口部、107…中空部、108…軸受面、110…鋳造試験体、111…鋳造試験体、112…ボルト、114…評価サンプル、120…エンジンブロックの一部、121…強化部材、122…ジャーナル部

### 発明を実施するための最良の形態

#### [0021] 1. 実施の形態の構成

図1は、本実施形態の強化部材の概要を示す斜視図である。図2は、図1に示す強化部材を分解した分解斜視図である。強化部材101は、薄い鉄板を重ねた積層構造体102、開口部を塞ぐための鉄板104、多孔体103が互いに焼結により密着した構造を有している。

- [0022] 積層構造体102は、この強化部材101を構成する主要な部材であり、中空部107が形成されている。積層構造体107は、中空部107を構成する開口部106が形成された打ち抜き加工された鉄板105を多層に重ねた構造を有している。つまり、開口部106が重なることで、中空部107が構成されている。

- [0023] 積層構造体107の上面および下面には、それぞれ開口部を塞ぐための鉄板104が配置され、中空部107が密閉される構造となっている。開口部を塞ぐための鉄板104の片面には、金属繊維の不織布からなる多孔体103が重ねられ、それにより強化部材101の上面と下面が多孔体103によって覆われた構造となっている。

- [0024] 本実施形態の強化部材101は、エンジンブロックのジャーナル部(クランク軸の軸

受の部分)に適用するための形状を有している。図において、半円形状の部分108が軸を受ける軸受面となる。この形態では、軸受面108の形状に合わせて、中空部107の形状が形成されている。つまり、中空部107の内面は、軸受面108と相似な曲面で構成されている。

[0025] 中空部108の断面形状がこのような形状に加工されているのは、積層構造体102の強度を出来るだけ損なわずに、中空部107の容積をできるだけ確保するためである。また、中空部107の形状を上述のようにすることで、クランクシャフトから軸受面108を介して加わる力によって、積層構造体102内において不均一な応力が発生することを防止でき、強化部材101の強度を高く維持することができる。

[0026] 中空部107には、次のような機能がある。まず、強化部材101の内部に中空部107を形成することで、強化部材107を軽量化できる。これにより、強化部材107自体による鑄造製品の重量増加を抑えることができる。このことは、アルミ合金等の軽量の金属を鑄造材料として利用した場合に有用となる。

[0027] また、中空部107は、強化部材101が鑄造製品中に鑄包まれた状態において、鑄造製品の熱膨張を抑制する機能を有する。これは、鑄造材料に比較すれば僅かであるが、強化部材101自体の熱膨張も存在するので、中空部107を設けることで、その部分の熱膨張が発生せず、それにより強化部材101自体の熱膨張が小さくなるからである。このように強化部材の内部に中空部を設けることで、強化部材を用いることによる鑄造製品の重量増加を軽減し、また鑄造製品の熱膨張を一層低減する効果を得ることができる。

[0028] 次に、多孔体103の役割について説明する。強化部材101の上面および下面には、多孔体103が重ねられている。この多孔体103は、金属繊維の不織布からなる多孔質繊維材料で構成されている。多孔体103は、その多孔質性により、鑄造金属との間で高い密着性を示す。すなわち、多孔体103は、多孔質であるので、鑄造金属との接触面積が確保され、またその多孔質構造に鑄造金属が入り込むので、微細的に見て、物理的な鑄造金属への引っかかりが無数に形成された状態となる。このような状態が得られることで、鑄造金属との密着性の高さが確保される。

[0029] また、中空部107が形成された部分の構造を積層構造体102のように、抜き打ち加

工された部材の積層構造によって構成することで、製造コストを安くすることができる。この部分は、ブロックを切削加工することで得ることもできるが、その場合は製造コストが高くなる。ここでは、各部材が焼結により一体化されている例を説明したが、ろう接（ろう付）や接着により各部材を固定してもよい。また、積層構造体102を粉体焼結により形成してもよい。

[0030] 2. 実施の形態の製造方法

次に、図1および図2に示す強化部材101の製造方法の一例を説明する。最初に多孔体103の製造方法を説明する。まず、溶湯抽出法によって、鉄材料(SS400)からなる金属繊維(直径 $40\mu\text{m}$ )を得た。そしてこの金属繊維を解繊機により、目付けが $520\text{g}/\text{m}^2$ であり、繊維配向が面方向においてランダムなウェブを得た。さらにこのウェブをニードルパンチにより、ペネ数(ニードルパンチの密度)が $160\text{本}/\text{inch}^2$ の不織布(フェルト)に加工して金属繊維の不織布を得、この不織布を6枚重ねて多孔体103を得た。

[0031] 次に、厚さ1mmの鋼板を打ち抜き加工し、開口部106が形成された鉄板105と開口部106を塞ぐための鉄板104を得た。鉄板105と鉄板104との違いは、開口部106が形成されているか否かの点だけである。

[0032] 各部材を得たら、図2に示す状態で重ねて200MPaの圧力を加えて圧縮加工した。ここでは、積層構造体102の積層枚数を11枚とし、上記圧縮圧力で全体の厚さが15mmとなるまで圧縮を行った。次に圧縮された積層体を真空炉に入れ、 $1100^\circ\text{C} \times 2$ 時間の条件で焼結を行なった。こうして、図1に示す強化部材101を得た。なお、圧縮加工を行なわない場合は、焼結時に加圧を同時に行なうホットプレスを使用すればよい。

[0033] 3. 実施形態の試験結果

図3は、本実施形態の強化部材101を用いて製造した鑄造試験体を示す斜視図である。図3の試験体は以下のようにして得た。まず、上述の製造方法によって、強化部材101を得た。図6は、鑄造試験体110中に鑄包まれる強化部材101を構成する鉄板105の寸法を示す上面図である。

[0034] 強化部材101を得たら、それを鑄造型に配置して、 $750^\circ\text{C}$ のアルミニウムの溶湯を

鋳造圧力100MPaで注入し、図3に示す強化部材101で強化されたアルミニウムの鋳造試験体110を得た。この鋳造試験体110は、強化部材101の周囲全面がアルミニウム材料で覆われた構造となっている。なお、後述する穴部113において、強化部材の表面がアルミニウム材料により2mmの厚さに覆われるように鋳造を行なった。

[0035] 図4は、膨張具合の評価試験の概要を示す上面図である。評価試験は、以下のように行なった。まず、図3に示す鋳造試験体110と同じ鋳造試験体111を得、2つの鋳造試験体110、111をボルト112で図4に示すように向かい合わせて結合し、評価サンプル114(サンプル1)を得た。次に、評価サンプル114を100℃に加熱し、その状態を30分維持させた。その後、穴部113の寸法を計測し、熱膨張量(%)を下記数1で評価した。

[0036] [数1]

$$\text{熱膨張量} = (100^\circ\text{C時の穴面積} - \text{室温時の穴面積}) \div \text{室温時の穴面積} \times 100$$

[0037] また、上記評価後の評価サンプル111を切断し、強化部材101とマトリックス(アルミニウム)との境界面(上下面の境界面)を観察し、強化部材101とマトリックス(アルミニウム)とが剥離しているか否かを観察した。以上の試験結果を下記表1に示す。

[0038] [表1]

サンプル	強化部材の重量	熱膨張量	境界面剥離	備考
サンプル1	216g	0.248%	無し	中空部あり、多孔体あり
サンプル2	293g	0.271%	無し	中空部なし、多孔体あり
サンプル3	206g	0.250%	有り	中空部あり、多孔体なし
比較サンプル1	283g	0.274%	有り	中空部なし、多孔体なし
比較サンプル2	108g*	0.294%	—	補強部材なし

\*アルミの重量

[0039] 表1において、サンプル2は、図2の中空部107を備えていない試験体を用いたサンプルである。この場合、中空部107が存在していないので、強化部材の重量が重くなっている。サンプル3は、図2に示す構成において、多孔体103を配置していない場合のサンプルである。比較サンプル1は、中空部107も形成されておらず、さらに多孔体103も配置されていない場合のサンプルである。比較サンプル2は、強化部材を用いずにマトリックスのアルミニウムだけで構成されたサンプルである。

[0040] 表1を見れば分かるように、強化部材101を鋳造体の中に配置することで、熱膨張

量を減少させることができる。また、強化部材101に中空部107を設けることでサンプル1およびサンプル3に示すように、中空部107がない場合に比較して、さらに熱膨張量を減少させることができる。また、多孔体103を設けることで、マトリックスとの間における剥離を防止できる。

[0041] 4. 実施形態の応用

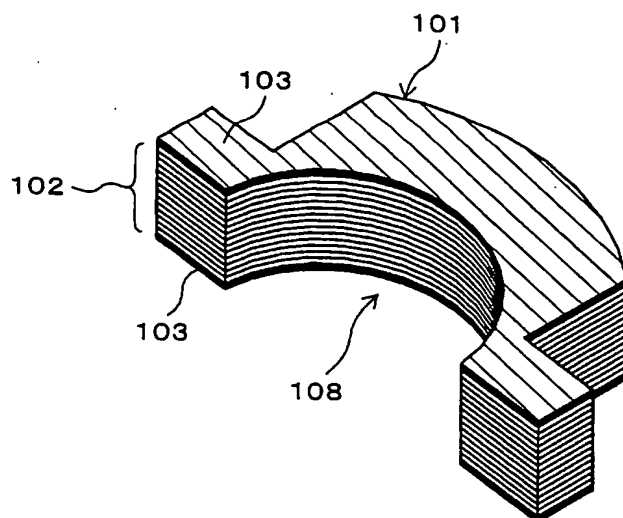
図5は、本発明の補強部材を利用した自動車用エンジンブロックの一部である。この例の自動車用エンジンブロックの一部120は、ジャーナル部122を5箇所備えた構造を有している。各ジャーナル部122には、本発明の強化部材121が鋳包まれている。エンジンブロックの一部120は、たとえばアルミニウム合金で構成される。この例の構成によれば、クランク軸を受けるジャーナル部122が強化部材で補強され、しかもその熱膨張率が低減された構造となるので、エンジンの高速回転や過酷な動作に耐える軽量なエンジンブロックが提供される。なお、図示省略してあるが、ジャーナル部122のクランク軸を受ける面には、さらに金属が貼り付けられ、軸受として機能する。



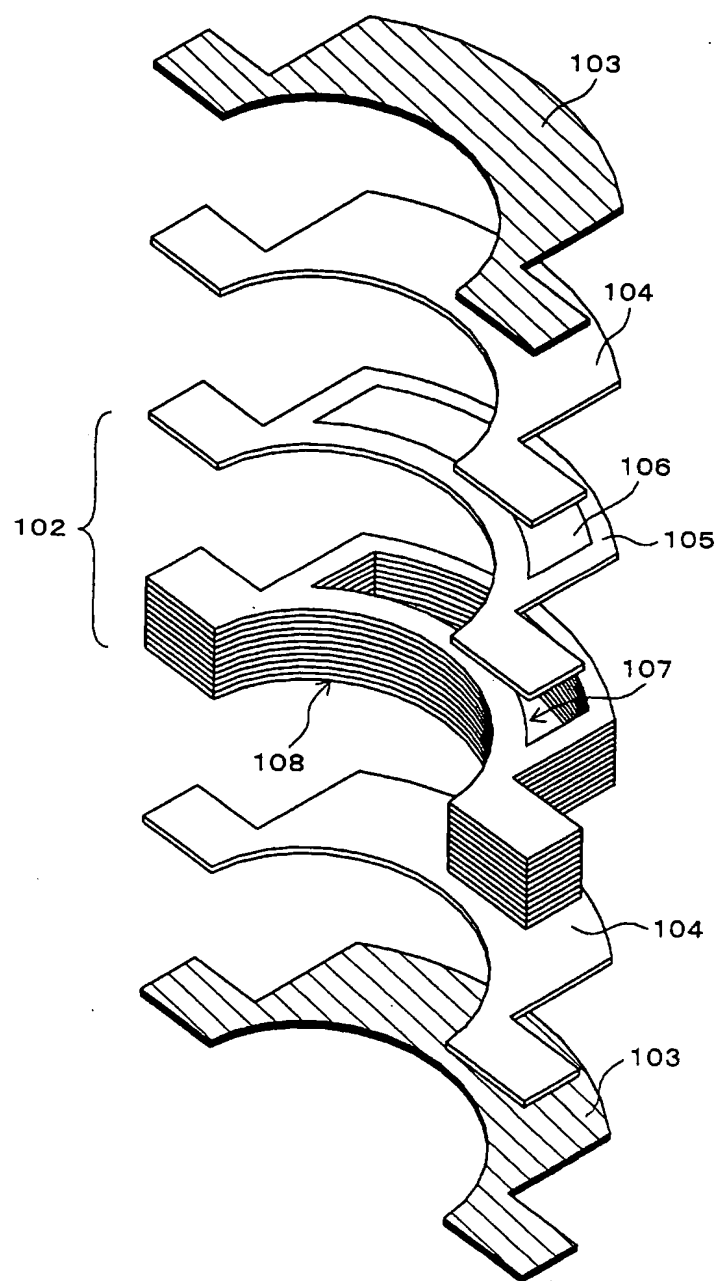
## 請求の範囲

- [1] 鋳造金属によって鋳包まれる強化部材であって、  
前記鋳造金属と異種の材料で構成され、中空部分を備えることを特徴とする強化部材。
- [2] 開口部を有する板状の部材を積層し、前記開口部で構成された中空部を備えた積層構造体と、  
前記積層構造体の両面に重ねられた前記開口部を塞ぐための部材と  
を備えることを特徴とする請求項1に記載の強化部材。
- [3] 一部または全面が多孔体で覆われていることを特徴とする請求項1または2に記載の強化部材。
- [4] 前記多孔体が金属繊維からなる多孔質繊維材料であることを特徴とする請求項3に記載の強化部材。
- [5] 請求項1〜4のいずれかに記載の強化部材をジャーナル部に用いたことを特徴とするエンジンブロック。
- [6] 鋳造金属によって鋳包まれる強化部材の製造方法であって、  
開口部を有する板状の部材を積層する工程と、  
その上層および下層に接して前記開口部を塞ぐための板状の部材を重ねる工程と  
を備えることを特徴とする強化部材の製造方法。
- [7] 前記強化部材の表面の一部または全面を多孔体で覆う工程を更に備えることを特徴とする請求項6に記載の強化部材の製造方法。
- [8] 前記多孔体が金属繊維からなる多孔質繊維材料であることを特徴とする請求項7に記載の強化部材の製造方法。

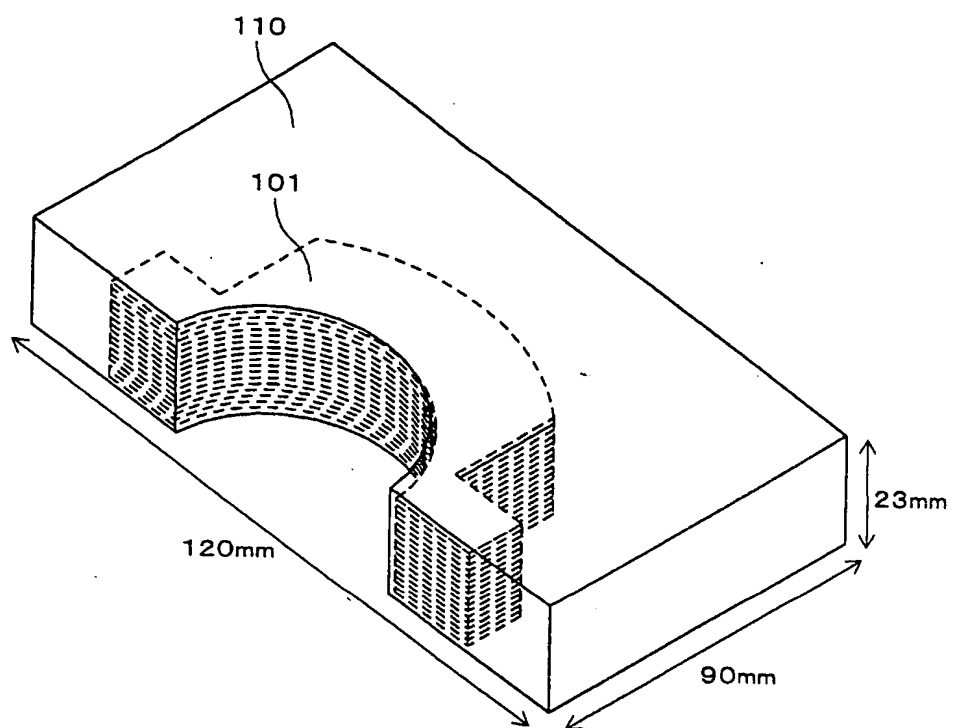
[図1]



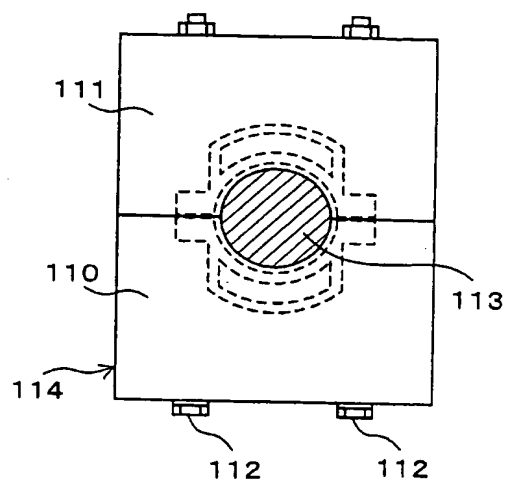
[図2]



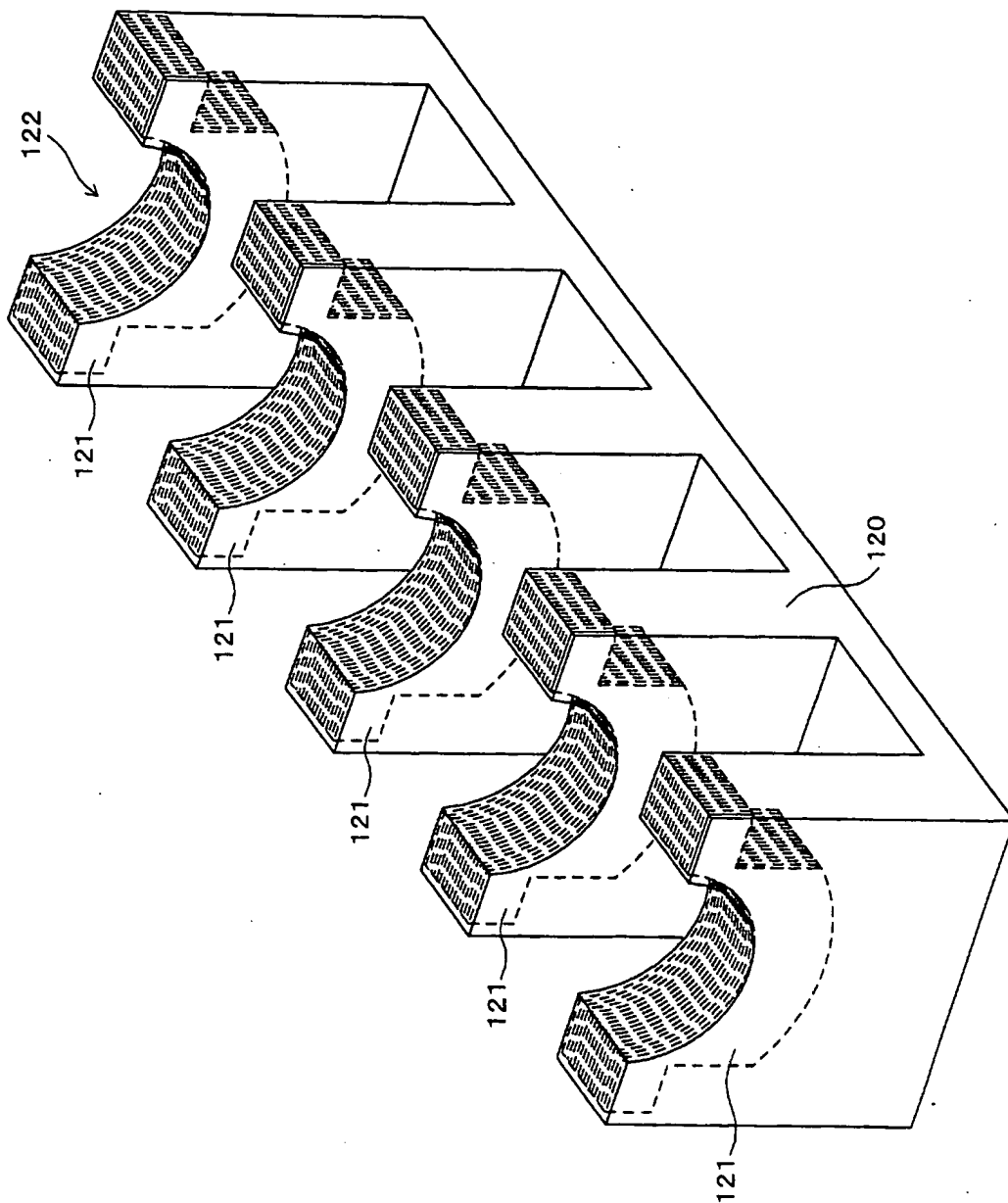
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

